

## TRABAJO ORIGINAL

# Metodología para determinar el riesgo de síndrome metabólico en escolares

## Method to determine the risk of metabolic syndrome among schoolchildren

DE PIERO ALEXIA JULIANA<sup>1</sup>, RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ ELENA<sup>2</sup>,  
GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ LILIANA GUADALUPE<sup>3</sup>, LÓPEZ-SOBALER ANA MARÍA<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup>Doctora en Nutrición. <sup>2,4</sup>Doctora en Farmacia.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Bioquímica Química y Farmacia. Instituto de Química Biológica.

<sup>2,3,4</sup>Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Farmacia.

**Correspondencia:** [ajdepiero@hotmail.com](mailto:ajdepiero@hotmail.com) - **Recibido:** 25/07/2013 . **Aceptado en su versión corregida:** 12/12/2013.

### Resumen

El incremento de obesidad infantil se ha asociado con resistencia a la insulina (RI) y factores individuales de riesgo de enfermedad cardiovascular. El objetivo del trabajo fue valorar el riesgo de síndrome metabólico (SM) de un colectivo de escolares españoles según diferentes criterios diagnósticos. En el estudio se incluyeron 505 escolares (8 a 13 años) de diferentes localidades españolas, empleando diferentes métodos para la recopilación de los datos. Se evaluó el riesgo de padecer síndrome metabólico según diferentes criterios diagnósticos. Los resultados mostraron un elevado porcentaje de sobrepeso (15,9%) y obesidad (17,3%). Un 6,7% de los escolares podrían padecer el riesgo de SM según el criterio Cook aplicado en este estudio. Es recomendable utilizar el criterio diagnóstico de Cook para evaluar el riesgo de padecer SM empleado en este estudio, porque es aplicable a diferentes grupos poblacionales, incluye a niños menores de 10 años y es una metodología más simple que otras.

**Palabras clave:** Obesidad, Escolares, Síndrome metabólico.

### Abstract

The increase in childhood obesity has been associated with insulin resistance (IR) and individual risk factors for cardiovascular disease. The objective of this work was to assess the risk of metabolic syndrome in a group of Spanish schoolchildren according to different diagnostic criteria. 505 schoolchildren (8-13 of age) from different Spanish locations were included in the study, and different methods were used to collect data. What was evaluated was the risk of having metabolic syndrome (MS) according to different diagnostic criteria. The results showed a high percentage of overweight (15,9%) and obesity (17,3%). A 6,7% of schoolchildren may suffer the risk of MS according to the Cook criterion applied in this study. It is recommended to use the diagnostic criteria of Cook to assess the risk of MS because it is applicable to different population groups, it includes children under 10 and it is simpler than other methods.

**Keywords:** Obesity, Schoolchildren, Metabolic Syndrome

**Diaeta [B.Aires] 2014;32 (146):14-19. ISSN 0328-1310**

## Introducción

El interés en el riesgo cardiovascular en niños y adolescentes ha aumentado recientemente debido al aumento de la prevalencia de la obesidad infantil, lo que está asociado con la resistencia a la insulina (RI) y factores individuales de riesgo de enfermedad cardiovascular (1). De esta manera, la existencia de RI en niños podría aumentar el riesgo cardiovascular de los mismos, aunque de momento no existen evidencias claras sobre el mecanismo fisiopatológico que explique este proceso (2).

La RI es el trastorno metabólico primario asociado con la obesidad, y se define como la disminución del efecto de la insulina sobre la absorción, metabolismo y almacenamiento de la glucosa, sumado a una disminución de la insulina de ejercer sus acciones en los tejidos diana como son el músculo esquelético, hígado y tejido adiposo (3).

Aunque es frecuente la aparición de RI asociada al padecimiento de obesidad, es importante considerar que también está presente en personas sin obesidad (4) y, al mismo tiempo, que no todas las personas obesas la presentan, pudiendo aparecer

hiperinsulinemia como consecuencia del funcionamiento fisiológico normal del organismo, como ocurre en el embarazo o la pubertad (5).

Cabe mencionar que la existencia de RI, junto con la presencia de obesidad, dislipemias, hipertensión arterial e hiperglucemia, son criterios utilizados para definir el síndrome metabólico (SM) (6-9).

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el objetivo de este estudio es valorar el riesgo de síndrome metabólico de un colectivo de escolares españoles según diferentes criterios diagnósticos.

## Material y Métodos

### Sujetos

Se ha estudiado una muestra de conveniencia de niños y niñas españoles, de 8 a 13 años de edad, que realizaban sus estudios de Educación Primaria en colegios públicos de 5 localidades diferentes españolas (A Coruña, Barcelona, Madrid, Sevilla y Valencia). En cada localidad se contactó con dos colegios, y se solicitó autorización al director y al consejo escolar, se organizó una reunión con los padres y tutores de los escolares pertenecientes a los cursos de 4º a 6º de EP, se explicó en detalles el estudio y se solicitó el consentimiento para la participación de los niños en el estudio. La muestra inicial estuvo integrada por 505 niños de los cuales 259 fueron niños y 246 niñas. El protocolo del presente estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación de la Facultad de Farmacia, de la Universidad Complutense de Madrid.

Los criterios de exclusión fueron:

- Ausencia de autorización firmada por parte de los padres o tutores legales.
- Inasistencia al centro los días concertados para hacer las pruebas o entrevistas.
- Presencia de enfermedades (endocrinas, metabólicas) que pudieran contribuir a modificar la ingesta o utilización de los nutrientes.
- Consumo de fármacos que pudieran interferir en los resultados del estudio.
- Estar fuera del rango de edad marcado en el estudio.

## Métodos

Para la recopilación de la información de los escolares que aceptaron participar en el estudio se aplicó un cuestionario para recapitular datos personales y se llevaron a cabo mediciones antropométricas y bioquímicas, con el previo consentimiento y autorización de los padres y/o tutores. Además, se concertó con el centro escolar y con los padres los días en los que se llevarían a cabo los distintos estudios y se explicaron los requisitos necesarios para la realización de los mismos.

- *Mediciones antropométricas:* El peso y la talla fueron determinados utilizando una báscula digital electrónica (modelo Seca Alpha; rango: 0.1-150 kg; precisión 100 g) y un estadiómetro digital Harpenden (Pfiffter, Carlstadt, NJ, USA; range 70-205 cm, precisión 1 mm), respectivamente. El Índice de Masa Corporal (IMC) se calculó a partir de las medidas de peso y talla ( $IMC = \text{peso [kg]} / \text{talla [m}^2\text{]}$ ) y se ha utilizado para clasificar a la población según su estado ponderal estableciéndose los siguientes criterios (10).

- Delgadez: < P25
- Normopeso: < P85
- Sobrepeso: >P85 y < P97
- Obesidad: >P97

Se tomaron las circunferencias de cintura y de cadera utilizando una cinta métrica inextensible de acero marca Holtain (rango: 0-150 cm; precisión de 1 mm), las mediciones de las circunferencias se realizaron en centímetros. Se tomó como punto de corte para la circunferencia de cintura >P90 para clasificar a los niños con obesidad central (11).

Los índices cintura/cadera (IC/Ca) y cintura/altura (ICA) se calcularon mediante las siguientes fórmulas:

**IC/Ca = Circunferencia de cintura (cm) / Circunferencia de cadera (cm)**

**ICA = Circunferencia de la cintura (cm) / Altura (cm)**

Se considera normal para hombres y mujeres un valor del ICA por debajo de 0,5. Entre 0,5 y 0,6 se considera riesgo moderado y riesgo importante por encima de 0,6 (12).

- *Datos sanitarios del escolar:* se procedió a tomar la **tensión arterial, siguiendo** las indicaciones de la OMS (1987) (13).

Para el **diagnóstico de hipertensión arterial** en la infancia y la adolescencia los criterios fueron (14):

- Presión arterial normal: tensión sistólica y diastólica  $\leq P90$  según sexo, edad y estatura.
  - Pre hipertensión: presión arterial diastólica o sistólica  $\geq P90$  y  $\leq P95$ .
  - Hipertensión arterial: presión arterial sistólica o diastólica  $\geq P95$ .
- **Parámetros bioquímicos:** se utilizaron los siguientes, tomando muestra de suero y plasma:
    - Glucosa sérica: La glucosa fue valorada por método enzimático basado en la conversión de glucosa en presencia de adenosintrifosfato (ATP) y la acción de la hexocinasa en glucosa-6-fosfato esta a su vez por la adición de fosfato de dinucleótido de nicotinamida y adenina (NADP) en presencia de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa se obtiene 6-fosfogloconato y NADPH (CV= 2,1%) (15).
    - Insulina ( $\mu\text{g/ml}$ ): Se empleó un ensayo de insulina en suero con una técnica de inmunoensayo tipo sándwich de dos puntos midiendo quimioluminiscencia directa (CV 5,8%) (16). Valor de referencia de insulina de  $<15 \text{ mU/L}$  (17).
    - Determinación del modelo homeostático de evaluación de la resistencia en insulina (HOMA-IR): con los valores anteriores se calculó el HOMA-IR  
**HOMA-IR = [insulina ( $\mu\text{U/ml}$ ) x glucosa ( $\text{mmol/L}$ )]/22,5**  
 Se determinó como punto de referencia un valor de HOMA-IR  $\geq 3.16$  (18; 19).
    - Triglicéridos: Se determinó utilizando una prueba enzimática (CV= 1,46%) (20).
    - HDL-c: Se determinaron por medio de un método enzimático (CV= 2,4%) (21).

## Análisis estadístico

Los datos se procesaron utilizando el software Rsigma Babel (Horus Hardward, Madrid). Se determinaron valores medios, desviación estándar (DS), y porcentuales (%). Para la significación de las diferencias entre medias, se utilizó el test de la "t" de Student. En el caso de pruebas no paramétricas

con distribución no homogénea mediante el test de Mann-Whitney. Se utilizó ANOVA de una vía o dos vías, en el caso de ser necesario analizar los cambios entre variables, empleando para el análisis el Test de Newman-Keuls para muestras homogéneas. Se consideraron significativas las diferencias con  $p < 0,05$ .

## Resultados

En la Tabla 1 se presentan los diferentes criterios de diagnóstico y factores de riesgo asociados al SM en la infancia. La nueva definición de la International Diabetes Federation (IDF) para el SM se ha dividido según los siguientes grupos de edad: de 6 a  $<10$ ; de 10 a  $<16$  y  $\geq 16$  años y establece que en los tres grupos de edad, la obesidad abdominal es una condición. Incluso sugiere que en el grupo de 6 a 10 años, no se debe diagnosticar SM. Aunque se cumpla esta indicación, deben extremarse las modificaciones del estilo de vida si existen antecedentes familiares de SM, diabetes mellitus, enfermedad cardiovascular, hipertensión y/o obesidad. En el grupo  $>10$  años, se diagnostica SM en aquellos que cumplen al menos tres de los cinco criterios mencionados (22). Las definiciones de Cook y col., de Ferranti; Weiss; Viner; y López-Capapé (23-26, 28) también indican que para definir el SM, se deben cumplir con tres o más de los criterios mencionados. En cambio Invitti (27) establece que para definir el SM se debe tener intolerancia a la glucosa (IG o diabetes) y/o insulino resistencia más dos o más de los criterios citados. En este estudio se definió el SM, siguiendo el criterio de Cook (23) adaptado a valores de referencias españoles: glucosa  $\geq 100 \text{ mg/dL}$ ; perímetro de cintura  $\geq P90$  (11); triglicéridos  $>P90$  y HDL  $\leq P10$  (29); y presión arterial PAS o PAD  $>P90$  (edad y sexo) (14), debiendo cumplir con al menos tres de los cinco criterios mencionados.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de datos personales y antropométricos de los niños objeto de estudio. La edad media de la muestra fue  $10,6 \pm 0,96$  años; 50,0% de la población fueron niñas, y no se observaron diferencias de edad, peso, talla o IMC en cuanto al género. La prevalencia de sobrepeso y obesidad fue del 15,9% y 17,3%, respectivamente, siendo mayor la prevalencia de

Tabla 1. Diferentes definiciones de SM en la infancia

	IDF <sup>22</sup> OC+2o+	ATPIII modificado			OMS		OMS+ATPIII
		Cook <sup>23</sup> ≥3	de Ferranti <sup>24</sup> ≥3	López-Capapé <sup>25</sup> ≥3	Viner <sup>26</sup> ≥3	Invitti <sup>27</sup> IG+2o+	Weiss <sup>28</sup> ≥3
Edad	≥10 años		12-19 años	11.2±2.8	2-18 años	6-16 años	4-20 años
Glucosa	≥100 mg/dl ADA	≥100 mg/dl ADA	≥100 mg/dl ADA	≥100 mg/dl ADA	≥100 mg/d ó IR ó IG	≥100 mg/dl ó Diabetes	≥140 mg/dl
Determinante de obesidad	PC≥P90 [OC]	PC≥P90 [OC]	PC>P75 (edad, sexo) [OC]	>P97 IMC Hernández	>P95 IMC	≥P97 IMC ó PC≥P97	>P97 IMC
Triglicéridos	≥150 mg/dl	>P90	≥100 mg/dl	≥110 mg/dl	≥150 mg/dL	>P95	>P95 (edad, sexo, raza)
HDL-C	≤40 mg/dl	≤P10	<50 mg/dl	≤40 mg/dl	<35 mg/dL	<P5	<P5 (edad, sexo, raza)
Presión Arterial	PAS ≥130 mmHg PAD ≥85 mmHg	PAS o PAD ≥P90 (edad, sexo) Estudio Ricardin II	>P90 (edad, sexo, altura)	>P95 PAD y/o PAS (edad, sexo, altura)	PAS ≥P95 (edad, sexo)	>P95 (edad, sexo, altura)	>P95 PAS o PAD (edad, sexo)
País	Uso internacional		EEUU	España	Reino Unido	Italia	EEUU

IDF: Federación Internacional de Diabetes; OC: Obesidad central; ADA: Asociación Americana de la Diabetes; PC: Perímetro de cintura; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; IMC: Índice de masa corporal; IR: Insulino resistencia; IG: Intolerancia a la glucosa; OMS: Organización Mundial de la Salud; ATPIII: III Panel de tratamiento del Adulto.

Tabla 2. Datos personales y antropométricos de la población en función del género

	Total (n= 505)	Niños (n= 259)	Niñas (n= 246)	p
Edad (años)	10,6±0,96	10.5±0.99	10,6±0,92	-
Peso (kg)	40,0±9,5	39.8±9.5	40,2±9,6	-
Talla (cm)	143,8±8,6	143.1±8.3	144,5±8,8	-
IMC (kg/m2)	19,1±3,1	19.2±3.1	19,0±3,0	-
<b>Valoración Ponderal [%]</b>				
Delgadez	28,0	26,8	29,2	-
Normal	38,7	38,5	39,0	-
Sobrepeso	15,9	10,1	21,9	***
Obesidad	17,3	24,5	9,7	***
<b>Circ. de cintura (cm)</b>				
	67,1±8,9	67,6±9,2	66,5±8,5	-
<b>Circ. de cadera (cm)</b>				
	78,4±8,7	77,7±8,6	79,2±8,8	-
<b>IC/Ca</b>				
	0,85±0,05	0,86±0,05	0,83±0,05	***
<b>ICA</b>				
	0,46±0,05	0,47±0,05	0,46±0,05	*
<b>Tensión Arterial</b>				
<b>Sistólica (mm Hg)</b>				
	106,4±14,7	106,7±13,8	106,1±15,7	-
<b>Diastólica (mm Hg)</b>				
	63,1±10,9	63,1±10,8	63,1±11,1	-
<b>Hipertensión Arterial [%]</b>				
Normal	85,3	82,2	88,7	*
Prehipertensión	5,0	6,7	3,3	-
Hipertensión	9,5	11,0	7,9	-

\*\*\*p<0,001, \*\*p<0,01, \*p<0,05

(\*) Valores son promedio y se expresan como X±DE.

sobrepeso en mujeres (21,9%) y la de obesidad en varones (24,5%) (p<0,001). Los parámetros indicadores de distribución de la grasa corporal, tanto el IC/Ca (p<0,001) como el ICA (p<0,05) fueron

Tabla 3. Parámetros bioquímicos. Diferencias en función del género.

Parámetros	Total (n= 505)	Niños (n= 259)	Niñas (n= 246)	p
<b>Bioquímica</b>				
Glucosa (mg/dL)	85,6±8,2	86,1±7,3	85,2±8,9	-
Insulina (mU/L)	6,8±4,6	5,6±3,3	7,8±5,3	***
HOMA-IR	1,45±1,0	1,22±0,72	1,68±1,2	***
<b>Lípidos</b>				
Triglicéridos (mg/dL)	68,0±27,3	65,1±27,1	71,1±27,1	*
HDL-c (mg/dL)	60,9±12,6	61,8±12,9	60,2±12,2	-

\*\*\*p<0.001, \*p<0.05.

(\*) Valores son promedio y se expresan como X±DE.

significativamente superiores en los varones, pero el riesgo cardiovascular fue menor (p<0.05), por ser la media del ICA <0,5. En relación a la tensión arterial, los resultados no mostraron riesgo de hipertensión ni diferencias estadísticamente significativas en función al género.

En la Tabla 3 se presentan los datos bioquímicos de los niños objeto de estudio. Los valores medios de glucosa sérica y HDL-c (mg/dL) fueron 85,6±8,2 y 60,9±12,6 no observándose diferencias significativas por género. En cambio, los valores medios de insulina (mU/L), HOMA-IR y triglicéridos (mg/dL) fueron 6,8±4,6; 1,45±1,0 y 68,0±27,3 respectivamente, observándose diferencias significativas con respecto al género, siendo estos valores más elevados en las niñas (p<0,001; p<0,001; p<0,05), respectivamente.

En la Tabla 4 se observan los porcentajes de niños que presentan factores de riesgo del SM según los diferentes criterios diagnósticos utilizados por diversos autores.

Tabla 4. Porcentaje de niños que presentan factores de riesgo de SM según los diferentes criterios diagnósticos (%).

	IDF22	ATPIII modificado			OMS		OMS+ATPIII
	OC+ 26+FR	Cook <sup>23</sup> ≥3	de Ferranti <sup>24</sup> ≥3	López Capapé <sup>25</sup> ≥3	Viner <sup>26</sup> ≥3	Invitti <sup>27</sup> IG+2 ó +	Weiss <sup>28</sup> ≥3
Glucosa	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	0,20
Determinante de obesidad *	14,4	24,75	38,61	17,23	20,40	17,23	17,23
Triglicéridos	1,78	17,82	9,11	6,93	1,78	13,27	13,27
HDL-C	3,76	20,20	16,83	3,76	0,40	90,69	90,69
Presión Arterial	8,91	16,24	24,75	16,44	8,32	16,44	16,83
Síndrome Metabólico	4,95	6,73	7,13	2,18	0,20	2,38	9,31
4,32 (≥10 años)							

IDF: Federación Internacional de Diabetes; OC: Obesidad central; IG: Intolerancia a la glucosa; OMS: Organización Mundial de la Salud; ATPIII: III Panel de tratamiento del Adulto; FR: Factores de riesgo.

## Discusión

La población objeto de este estudio es sana, se declara libre de patologías endocrinas y/o metabólicas. Atendiendo a los datos antropométricos, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas con respecto al género para los valores de peso, talla o IMC (Tabla 2) (p<0,05).

A pesar de esta condición, se observó una elevada prevalencia de sobrepeso (15,9%) y obesidad (17,9%). Estos resultados son similares al estudio realizado por Álvarez (30), en donde se ha observado un 31% de prevalencia de sobrepeso y un 10,9% de prevalencia en obesidad, no observándose diferencias significativas con respecto al género.

Así como para población adulta están bien establecidos los criterios diagnósticos y puntos de corte para identificar cada uno de los componentes del SM, en población infantil no es así. No siempre hay unanimidad en los criterios establecidos para definir cada uno de los factores de riesgo; los puntos de corte que los identifican son diferentes en cada criterio, lo que hace que no sea fácil comparar estudios entre sí.

Si se atiende al criterio del IDF (2007) (22), éste indica que solo puede diagnosticarse el SM en niños mayores de 10 años, y en el caso de edades menores, solo se identifica la presencia de obesidad central como un importante factor de riesgo de padecer SM en el futuro.

Al contrario, si se considerara el criterio de Invitti (27), se dificultaría el diagnóstico por la necesidad de determinar intolerancia a la glucosa (IG);

considerando que la población de estudio representa el grupo escolar, llevar a cabo esa determinación representaría más gasto y generaría en los niños menor participación.

En cambio, si se tomara el criterio de Cook (23), se podría incluir los niños menores de 10 años. Para aplicar la propuesta de Cook sería importante emplear los puntos de referencia de la población en estudio, lo que representa otra ventaja. Aplicando estos puntos de corte en la población de este estudio se encontró un 6,7% de niños entre 8 y 13 años de edad con riesgo de padecer SM. Estos resultados coinciden con los datos de Ferranti y López-Capapé quienes aplicaron los criterios de Cook con valores de referencia adaptados a sus poblaciones de estudio (23-25).

## Conclusión

Los resultados muestran que el criterio diagnóstico de Cook es adecuado para evaluar el riesgo de SM en escolares, porque presenta la ventaja de incluir a niños menores de 10 años de edad, es un criterio flexible que permite aplicar valores de referencia adaptados a diferentes poblaciones en estudio y solo requiere mediciones bioquímicas de rutina. Por otro parte, los demás criterios no contemplan a niños con rangos menores de 10 años y requieren estudios bioquímicos de mayor complejidad.

Sería posible aplicar los criterios diagnósticos de Cook para evaluar riesgo de SM en poblaciones de escolares utilizando los puntos de corte de los diferentes factores de riesgo establecidos por cada país.

*Este artículo está basado en la tesis presentada por A. De Piero Belmonte en cumplimiento de los requisitos para el grado de Doctor por la Universidad Complutense de Madrid, España.*

*La investigación fue financiada por un contrato Universidad-Empresa (Nº Expediente 210/2008) y una beca pre-doctoral de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).*

## Referencias bibliográficas

- Hirschler V, Maccallini G, Karam C, Gonzalez G, Aranda C. Are girls more insulin-resistant than boys? *Clinical Biochemistry* 2009;42:1051-1056.
- Bonadonna R. The syndrome of insulin resistance and its links to atherosclerosis. En R De Fronzo, E Ferrannini, H Keen, P Zimmet, *International textbook of diabetes mellitus*. (págs. 1379-94). Willey & Sons. 2004
- Formiguera X, Cantón A. Obesity: epidemiology and clinical aspects. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology* 2004;18(6):1125-1146.
- Caceres M, Teran C, Rodríguez S, Medina M. Prevalence of insulin resistance and its association with metabolic syndrome criteria among Bolivian children and adolescents with obesity. *BMC Pediatrics* 2008;8: 31.
- Goran M, Gower B. Longitudinal study on pubertal insulin resistance. *Diabetes* 2001;2444-2450.
- Alberti K, Zimmet P. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabetes Med* 1998;15:539-53.
- NCEP. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) Final Report. *Circulation* 2002;106:3143-3421.
- Grundt S, Cleeman J, Daniels S, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome. An American Heart Association/ National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation* 2005;112:2735-52.
- Alberti K, Zimmet P, Shaw J, IDF Epidemiology Task Force Consensus Group. The metabolic syndrome-a new worldwide definition. *Lancet* 2005;366:1059-62.
- Hernández M, Castellet J, Narvaiza JL, Rincón JM, Ruíz I, Sánchez E, y cols. Estudio longitudinal de crecimiento. Curvas de 0 a 8 años. Instituto de Investigaciones sobre crecimiento y desarrollo. Fundación F. Orbegozo. Madrid: Garsi. 1988
- Moreno L, Fleta J, Mur L, Rodríguez G, Sarría A, Bueno M. Waist circumference values in Spanish children-gender related differences. *Eur J Clin Nutr* 1999;53:429-433.
- Urbano JM. Tesis Doctoral. Validación de métodos antropométricos alternativos como marcadores de riesgo cardiovascular. Universidad de Extremadura. Facultad de Medicina. Departamento de Ciencias Biomédicas. 2009
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Hipertensión arterial. Informe de un Comité de Expertos de la OMS. Serie de informes técnicos, 628. Ginebra (Suiza). 1987
- Grupo Colaborativo Español. Factores de riesgo cardiovascular en la infancia y adolescencia en España. Estudio Ricardin II: valores de referencia. *An Esp Pediatr* 1995;43:11-7.
- FDA. In vitro diagnostic products for human use, proposed establishment of glucose. 1974
- Stuart J, Weeks I. Chemiluminescence immunoassay. *Pure & Appl Chem* 1985;7 (3):523-529.
- Williams C, Hayman L, Daniels S, Robinson T, Steinberger J, Paridon S, et al. Cardiovascular health in childhood: a statement for health professionals from the Committee on Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Young (AHOY) of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. *Circulation* 2002;106:143-160.
- Acosta A, Escalona M, Maiz A, Pollak F, Leighton F. Determinación del índice de resistencia insulínica mediante HOMA en una población de la Región Metropolitana de Chile. *Rev Méd Chile* 2002;130(11):1227-1231.
- Keskin M, Kurtoglu S, Kendirci M, Atabek M, Yazici C. Homesotasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensibility check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. *Pediatrics* 2005;115:500-503.
- Koditschek L, Umbreit W. Alpha-glycerophosphate oxidase in streptococcus faecium F 24. *J Bacteriol* 1969;98:1063-1068.
- Warnick G, Wood P. National cholesterol education program recommendations for measurement of high density lipoprotein cholesterol: Executive Summary. *Clin Chem* 1995;41(10):1427-1433.
- Zimmet P, Alberti K, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. *Ped Diabetes* 2007;8:299-306.
- Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz W. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003;157:821-7.
- de Ferranti S, Gauvreau K, Ludwig D, Neufeld E, Newburger J, Rifai N. Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation* 2004;110:2494-2497.
- López-Capapé M, Alonso M, Colino E, Mustieles C, Corbatón J, Barrio R. Frequency of the metabolic syndrome in obese Spanish pediatric population. *European Journal of Endocrinology* 2006;155:313-319.
- Viner R, Segal T, Lichtarowics-Krynska E, Hindmarsh P. Prevalence of the insulin resistance syndrome in obesity. *Arch Dis Child* 2005;90:10-14.
- Invitti C, Maffei C, Gilardini L, Pontiggia B, Mazzilli G, Girola A, et al. Metabolic syndrome in obese caucasian children: prevalence using WHO-derived criteria and association with nontraditional cardiovascular risk factors. *International Journal of Obesity* 2006;30:627-633.
- Weiss R, Dziura J, Burgert T, Tamborlane W, Taksali S, Yeckel C, et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *N Engl J Med* 2004;350 (23): 2362-74.
- Elcarte R, Villa I, Sada J. Manual práctico para la prevención de las enfermedades cardiovasculares desde la infancia. Barcelona: Nestlé España. 2003
- Álvarez F, Díaz J, Riaño I, Pérez D, Venta R, Málaga S. Factores de riesgo cardiovascular clásico y emergentes en escolares asturianos. *An Pediatr (Barc)*. Artículo en Prensa. 2011